



大島 康裕 (教授)

1984年 東京大学理学部卒 1986年 同大学院理学系研究科修士課程修了 1988年 同博士課程中退 同年 東京大学大学院総合文化研究科助手、1996年 京都大学大学院理学研究科助教授を経て、2004年9月より現職
1989年 東京大学博士(理学)
TEL: 0564-55-7430 FAX: 0564-54-2254
電子メール: ohshima@ims.ac.jp

紙の上に書いた分子式は分子の骨組みだけを教えてくれますが、実際の分子は空間を飛行し、回転し、振動しています。室温の条件であっても、典型的な分子で1秒間に300 m飛び回り、 10^{11} 回も回転し、振動は $10^{12} \sim 10^{13}$ 回に達します。このような分子の運動を自在に操作することは、物質をマイクロなレベルで研究する者にとって1つの大きな夢です。私たちの研究グループは、レーザーに代表される分子科学研究のための様々なアイテムを活用して、この夢の実現に挑戦しようとしています。

私たちは、分子の量子力学的運動状態を操作するために、以下のような3つの相補的なアプローチで取り組んでいます。まず、第1は、強力な静電場、もしくは、分子の運動に比べて十分ゆっくりとした時間スケールで変化する電場(ナノ秒レーザーの光電場)を利用して、回転運動を拘束して空間的に分子の向きを揃える方法です。私たちのグループでは既に、200 kV/cmという高静電場を極性分子に加え、気相孤立状態で配向を制御した分子集団の電子スペクトルの観測に成功しています。第2は、回転や振動運動と同程度の時間スケールの極短光パルスを用いて「瞬間的に」分子に撃力を加え、運動を励起する方法です。用いる光の波長は分子の遷移に共鳴している必要はなく、固定波長のレーザーがどのような分子にも適用できるのがメリットです。このような「撃力」光による回転状態分布の変化を精密に測定する方法を、私たちはつい先ごろ開発しました。

現在、撃力の加え方を制御して、全ての分子が揃って単一のスピードで回転もしくは振動している状況を作り出すことにチャレンジしています。また分子の遷移に積極的に共鳴させた光を利用して、大振幅な分子内振動を励起し、異性化などの大きな構造変化を誘起することにも取り組んでいます。第3の方法は、複数のコヒーレンスの良い光との相互作用によって、特定の振動・回転量子状態へ分布を完全に移動するものです。この場合は、全ての分子が単一の量子固有状態にある状況を作り出すのが目的となります。

以上の方法論の開発に際しては、エネルギー分解能が高いレーザーと、時間分解能が高いレーザーの両者を使いこなすことが不可欠となります。私たちは、レーザーの2つの極限的な性能を組み合わせる、世界的に見てもユニークなグループです。

分子運動の量子状態操作法は、さまざまな分野への応用・発展が期待されます。私たちは、中でも、分子科学の基本的課題を研究する新たなツールとして利用することに重点を置きたいと考えています。具体的には、分子間相互作用の詳細決定、高励起振動・回転状態の量子準位構造の解明と波動関数のキャラクタリゼーション、単一量子状態の反応ダイナミクスの追跡と制御、への応用を目指しています。

分子運動の量子状態操作は、近年のレーザー技術の進歩とともに急速に発展しつつある新しい研究領域です。文字どおり「1から研究を創り出す」気概に燃えた諸君の参加を歓迎します。

参考文献

- 1) R. Kanya and Y. Ohshima, "Pendular-state spectroscopy of the S_1-S_0 transition of 9-cyanoanthracene," *J. Chem. Phys.* **121**, 9489-9497 (2004).
- 2) H. Hasegawa and Y. Ohshima, "Decoding the state distribution in a nonadiabatic rotational excitation by a nonresonant intense laser field," *Phys. Rev. A* **74**, 061401 (4 pages) (2006).

